

Requested Patent: JP6327258A  
Title: PROTECTOR FOR SYSTEM INTERCONNECTION ;  
Abstracted Patent: JP6327258 ;  
Publication Date: 1994-11-25 ;  
Inventor(s): OKATSUCHI CHIIHIRO ;  
Applicant(s): TOSHIBA F EE SYST ENG KK; others: 01 ;  
Application Number: JP19930106308 19930507 ;  
Priority Number(s): ;  
IPC Classification: H02M7/48; H02H7/122; H02J3/38 ;  
Equivalents: JP3180991B2 ;

**ABSTRACT:**

**PURPOSE:** To detect an islanding condition surely and to stop the operation of an inverter by comparing the line voltages of a single-phase 3-line type AC system and detecting a malfunctioning condition, concerning a device having an inverter which converts DC power to AC power and interconnects to the single-phase 3-line type AC system.

**CONSTITUTION:** A difference voltage detecting circuit 22 detects the voltage difference between the two line voltages of a single-phase 3-line type, i.e., between L1 and a midpoint and between L2 and the midpoint, and a level detector 23 performs level judgment. And if it exceeds a set value, it is judged that malfunctioning occurs, and a time function circuit 24 produces output V24. A value V25 obtained by multiplying this output V24 by the output V11 of an amplifier 11 for amplifying the voltage difference between a voltage reference 10 and a DC power source 1 through the working of a multiplier circuit 25 is inputted to a current reference circuit 12, and the magnitude of an AC current reference V12 is varied. As a result of this, the output current of an inverter 2 varies, and balance with loads 9a, 9b, and 9c is lost, and the voltage and frequency of a distribution line change swiftly. These are detected with a malfunction detecting circuit 19 through a voltage relay 17 and a frequency relay 18, and the inverter 2 is stopped.

(11)特許出願公開番号

特開平6-327258

(43)公開日 平成6年(1994)11月25日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 M 7/48	D	9181-5H		
	M	9181-5H		
H 0 2 H 7/122	Z	9177-5G		
H 0 2 J 3/38	S	7509-5G		

審査請求 未請求 請求項の数2 O.L (全 5 頁)

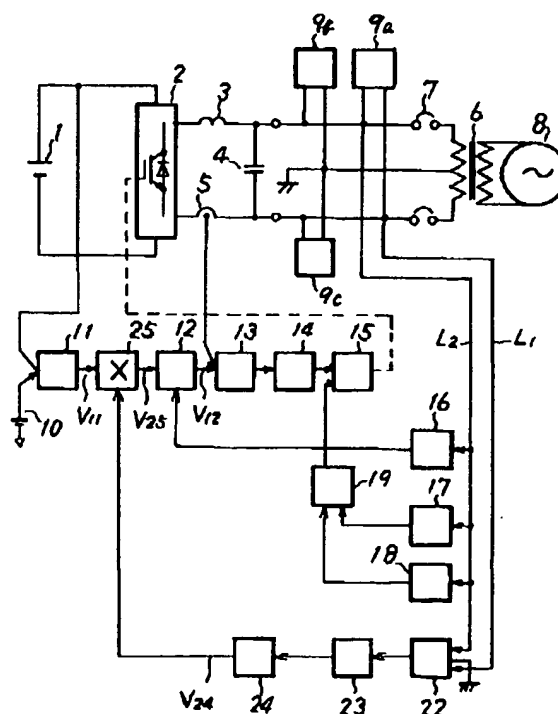
(21)出願番号	特願平5-106308	(71)出願人	000220996 東芝エフエーシステムエンジニアリング株式 会社 東京都府中市晴見町2丁目24番地の1
(22)出願日	平成5年(1993)5月7日	(71)出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
		(72)発明者	岡土 千尋 東京都府中市晴見町2丁目24番地の1 東 芝エフエーシステムエンジニアリング株式 会社内
		(74)代理人	弁理士 則近 憲佑

(54) 【発明の名称】 系統連系保護装置

(57) 【要約】

【目的】 アイランディング状態を確実に検出してイン  
 パータを停止させる。

【構成】 直流電力を交流電力に変換し単相 3 線式の交流系統へ連系するインバータ 2 を備えた装置において、前記単相 3 線式の 2 つの線間電圧を比較して異常状態を検出し、前記インバータの運転を停止させる手段 22～25 を設けたもの。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 直流電力を交流電力に変換し単相3線式の交流系統へ連係するインバータを備えた装置において、前記単相3線式の2つの線間電圧を比較して異常状態を検出し、前記インバータの運転を停止させる手段を設けたことを特徴とする系統連係保護装置。

【請求項2】 請求項1に記載の系統連係保護装置において、前記単相3線式の2つの線間電圧を比較して異常状態を検出したとき、前記インバータの無効電力を含む出力電力を変動させ、電圧異常あるいは周波数異常を検出して前記インバータの運転を停止させることを特徴とする系統連係保護装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、直流電力をインバータで交流電力に変換し電力系統に連係している場合の系統連係保護装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の系統連係インバータの回路および保護装置の代表例を図5に示しその構成について説明する。太陽電池や燃料電池などの直流電源1からインバータブリッジ2を介して交流電力に変換し、リアクトル3、コンデンサ4から成るフィルタ回路によりPWMによる高周波成分をフィルタし、電流検出器5で電流を検出して、PWM制御により交流電源へ注入する電流を力率1に制御することが行われている。

【0003】交流電源（交流系統）8から柱上変圧器6を介して降圧し、遮断器7を通して一般家庭の負荷9に電力が供給されている。我国では単相3線式でAC200V（中点間はそれぞれ100V）が供給されるのが一般的である。現在では100V負荷が多いが今後200V負荷が増加する傾向にある。

【0004】直流電源1が太陽電池の場合は太陽電源から最大電力を取り出すために電圧基準10と直流電源1の電圧が比例するよう制御する電圧一定制御が行われている。電圧基準10と直流電源1の電圧差を増幅器11で増幅し出力 $V_{11}$ を電流基準回路12により交流電源 $V_{ac}$ からバンドパスフィルタ16を介した正弦波と $V_{11}$ を掛算して交流電流基準 $V_{12}$ を出力する。

【0005】 $V_{12}$ と電流検出器5の出力を比較し増幅器13で増幅しPWM回路14によりPWM信号に変換し駆動回路15によりインバータブリッジ2をPWMすることにより交流電源に注入する電流を電流基準 $V_{12}$ に比例するような制御を行っている。

【0006】このような配電系統における問題点は、交流電源8から変圧器6を経て遮断器7を通して供給している電力が、遮断器7を開にして配電系統を遮断して保守などを行う場合、負荷9の電力とインバータから供給する電力が無効電力を含めてバランスしている時の保護である。

【0007】従来、一般的には、電圧リレー17と周波数リレー18によりインバータが接続されている交流電圧 $V_{ac}$ を監視し、異常になったことを検出し、異常検出回路19によりインバータ駆動回路15を介してインバータを停止し、場合によっては、インバータ出力に直列に挿入した接点を開として電力系統からインバータを解列している。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところが負荷9の有効電力、無効電力とインバータから出力される有効電力、無効電力がバランスしていると遮断器7が開となっても負荷9には電圧が保たれて運転が継続することがある。このことをアイランディング（islanding）と呼んでいる。

【0009】このアイランディングを防いで系統を保護する方法として多くの提案がなされている。その主なものは次の通りである。

（1）周波数変動方式、インバータ制御回路へ入力する系統参照電圧の位相に一定量のシフトをかけ、配電線停止時にフィードバック効果によりインバータ出力周波数をずらせてこれを検出する方法である。（特開平3-256534のゆらぎ回路21）

しかしこの方法では有効電力と無効電力が完全にバランスすると周波数や電圧が変化せず検出できない。

（2）電力変動方式、インバータから出力する電力を低周波で振動させバランスをくずして検出する方法（特開平3-239124のゆらぎ回路21）

しかしこの方法はインバータが多数台並列に接続されると電力振動の位相がバラバラとなり全体で見ると電力変動がない状態となり検出できない。

## （3）高調波電圧監視法

アイランディング時、電圧に第3、第5、第7高調波が増加することにより検出する方法（高調波検出回路20）

この方法、現在のように、インバータエアコン、テレビなどのようなコンデンサインプット形整流回路の電源が多く使用されるようになると定常時に第3、第5、第7高調波が増加しているので検出の信頼性が著しく低下する。

【0010】以上のような方法では欠点が多く確実なアイランディング検出ができなかった。本発明は、上記の問題に鑑みてなされたもので、アイランディング時に確実に信頼性の良い検出を行いインバータ停止により停電を行うことを目的としている。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明は、直流電力を交流電力に変換し単相3線式の交流系統へ連係するインバータを備えた装置において、前記単相3線式の2つの線間電圧を比較して異常状態を検出し、前記インバータの運転を停止させる手段を設ける。

3

【0012】また、前記単相3線式の2つの線間電圧を比較して異常状態を検出したとき、前記インバータの無効電力を含む出力電力を変動させ、電圧異常あるいは周波数異常を検出して前記インバータの運転を停止させる。

【0013】

【作用】アイランディング時、インバータ出力電力と負荷の電力がバランスしている時でも無効電力を含めて完全にバランスする確率は殆どなく、単相3線式の2つの線間電圧の電圧差（位相差、高調波を含む）を検出することでアイランディングを検出してインバータを停止させる。また、アイランディングを検出したとき、インバータの出力電力を変動させ電圧や周波数を変化させることにより異常状態を検出してインバータを停止させる。

【0014】

【実施例】本発明の実施例を図1に示しその構成を説明する。図5と同一部分は同一番号を付したので説明は省略する。負荷9aは $L_1$ 、 $L_2$ 間（一般には200V）に接続され、負荷9bは $L_2$ と中点（アース）間に、負荷9cは $L_1$ と中点（アース）間に接続されている。

【0015】差電圧検出回路22は $L_1$ と中点間と $L_2$ と中点間の電圧差を検出しレベル検出器23でレベル判定し設定値以上になると異常と判断し時間函数回路24の出力 $V_{24}$ を出す。掛算回路25により $V_{11}$ と $V_{24}$ を掛算した値 $V_{25}$ を電流基準回路12の入力として交流電流基準 $V_{12}$ の大きさを変動させるよう構成する。

【0016】インバータ出力と負荷9a、9b、9cの合成負荷がバランスしている時、遮断器7を開放した場合を考える。このような場合の等価回路は図2となっている。

【0017】インバータ出力電流 $i_{inv}$ は交流電圧と同相の正弦波（力率1）になるよう制御する電流制御形インバータが太陽電池を使用した系統連系用には使用されている。

【0018】このため負荷力率が1でインバータ出力とバランスしている場合遮断器7を開放しても交流電源（この場合負荷の電圧）の電圧値も周波数もほとんど変化せず長時間運転をつづてしまうことが非常にまれではあるが発生することがある。

【0019】図2においてA、B端から見た負荷電流とインバータ出力電流が完全にバランスする確率は極めて少なく、今この確率を $10^{-4}$ と仮定する。この状態で、Aと中点間0の電圧（負荷9bの電圧）を $V_1$ 、Bと中点間0との電圧 $V_2$ とする。遮断器7が閉の場合は変圧器6の作用で

$$V_1 \approx V_2$$

となっているが、遮断器7が開となった後は、負荷9bと負荷9cのインピーダンスで $V_1$ と $V_2$ が決定される。

【0020】このためアイランディング時 $V_1 + V_2$ は

4

正常値が保たれている場合でも $V_1 - V_2$ を見ると $V_1 - V_2 = 0$ となる確率は9bと9cの負荷が無効電力を含めてバランスしていることが必要であり、この確率は極めて低い。

【0021】さらに $V_1 - V_2 = 0$ となるためには高調波を含めて負荷インピーダンスが一致する必要があるのでこれらの条件を満足する確率はアイランディングが成立する確率とほぼ同じ程度以上と考えられる。

【0022】この様子を図3に示す。

10 (a)は負荷インピーダンスが高調波、力率を含めて一致している場合

(b)は負荷の力率のみが異なる場合

(c)は負荷の有効電力のみが異なる場合

(d)は高調波分のみが異なる場合（負荷の電流波形のみが異なる場合）

を示す。

【0023】(a)以外は $V_1 - V_2 > 0$ となり異常が検出できる。このような検出法を取ればアイランディング時に

$$V_1 - V_2 \approx 0$$

20

となる確率は $10^{-4} \times 10^{-4} = 10^{-8}$ 程度となり実用上考える必要がない確率となる。

【0024】図1では、この原理により $V_1 - V_2$ を差電圧検出回路22により求め、この値がレベル検出器23で設定したレベル以上になると、時間函数発生回路24により時間的に変化する（例えば時間とともに低下、又はゆるやかに振動する）信号を出し掛算回路25により $V_{11}$ と掛算することによりインバータ出力電流を変化させると負荷とのバランスが失われ配電線の電圧や周波数がすみやかに変化し、電圧リレーや周波数リレーにより異常を検出してインバータを停止させる。

30

【0025】本実施例によれば、アイランディング検出を確実にすることができる。この方法は極めて容易で経済的であるがアイランディング検出の確率が実用上1と考えることができる極めて有効な方法である。

【0026】なお図1ではレベル検出器が異常と判定した後時間函数回路24により時間的にインバータ出力電流を変化させているが、この変化は段階的変化や傾斜変化の他にゆらぎの変化を導入してもよい。同じ制御方式にすればゆらぎの開始時間も一致するので多数台のインバータが同期して変化するので効果を打ち消すことはない。

40

【0027】また、レベル検出器23の出力で即インバータを停止し、系統からインバータを解列することも可能である。図1に示した制御や演算、アイランディング検出回路はマイクロコンピュータを使うことにより比較的容易に実現できることは説明するまでもない。 $V_1$ 、 $V_2$ の電位値、位相差、高調波分を別々に検出比較することも可能である。また、差電圧の状態（大きさ、調波分、位相）が変化したことを検出することもマイクロコ

6

【図2】 上記実施例の動作を説明する図

【図3】上記実施例の動作を説明する図

【図4】本発明の他の実施例

【図5】従来の実施例

【符号の説明】

1…直流電源 2…インバータブリッジ 3…リアクトル 4…コンデンサ

5…電流検出器 6…変圧器 7…遮断器 8…交流電  
源 9…負荷

10 10…電圧基準 11…増幅器 12…電流基準回路 13…増幅器

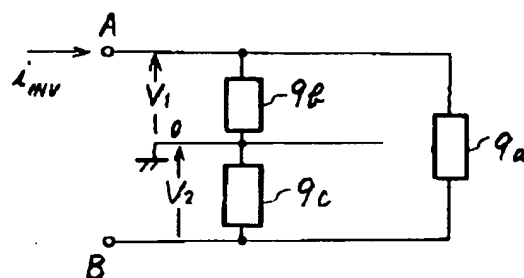
14…PWM回路 15…駆動回路 16…バンドパスフィルタ 17…電圧リレー

18…周波数リレー 19…異常検出回路 20…高周波検出回路

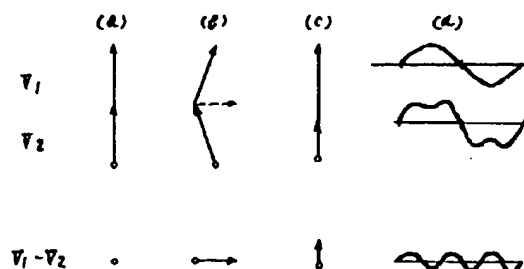
21…ゆらぎ回路 22…差電圧検出回路 23…レベル検出回路

24...時間函數回路    25...掛算回路

【图2】



【图 3】



$$V_1 - 2V_2 = k$$